

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-270412  
 (43)Date of publication of application : 14.10.1997

(51)Int.CI. H01L 21/304  
 H01L 21/304  
 H01L 21/68

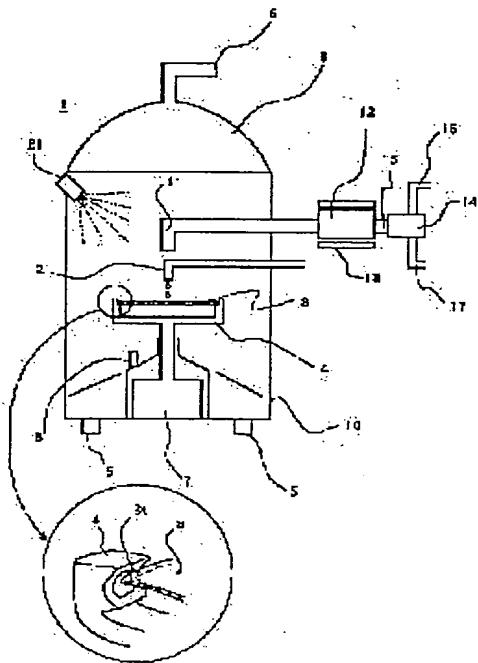
(21)Application number : 08-079041 (71)Applicant : CANON INC  
 (22)Date of filing : 01.04.1996 (72)Inventor : MIYAWAKI MAMORU

## (54) CLEANING DEVICE AND METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To remove flowing materials by suction so as to prevent foreign objects from adhering around the edge of a substrate and being left even after cleaning by a method wherein a suction opening is provided around the contacting part of a substrate holding member with the side of the substrate.

**SOLUTION:** A vacuum pump connected to an exhaust vent and a drainage opening is actuated to reduce a cleaning tank in pressure, and then nitrogen gas is introduced into the cleaning tank through a nozzle 6. Ultra-pure water loaded with 2 to 10ppm of ozone is made to drop down on the surface of a wafer 3 through a chemical nozzle 2 keeping the wafer 3 rotating at a speed of 1500 to 3000rpm. In succession, mixed liquid composed of ammonium hydroxide, hydrogen peroxide aqueous solution, and ultra-pure water mixed at the ratio 2:1:5 and another mixed liquid composed of hydrofluoric acid and ultra-pure water mixed at the ratio 0.01:1 are successively made to drop down on the surface of the wafer 3, and lastly mixed liquid composed of isopropyl alcohol and ultra-pure water mixed at the ratio 1:5 is made to drop down. Then, the mixed liquid is stopped, and nitrogen gas is blown against the surface of the wafer 3 to dry it out.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

[decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-270412

(43)公開日 平成9年(1997)10月14日

(51) Int.Cl. <sup>o</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 L 21/304	3 5 1		H 01 L 21/304	3 5 1 S
	3 4 1			3 4 1 N
21/68			21/68	N

審査請求 未請求 請求項の数4 O.L (全8頁)

(21)出願番号 特願平8-79041

(22)出願日 平成8年(1996)4月1日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 宮脇 守

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

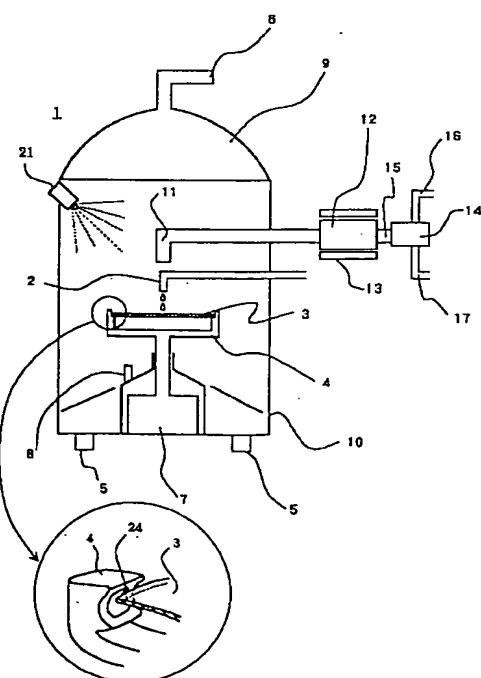
(74)代理人 弁理士 福森 久夫

(54)【発明の名称】 洗浄装置及び洗浄方法

(57)【要約】

【課題】 サブミクロンオーダーの微細加工が必要な半導体デバイスの作製工程に適した洗浄方法とその為の装置を提供すること。基板であるウエハと基板保持部材であるチャックとの接触部による洗浄液のはね返りや逆流により汚染物等の異物をウエハ表面上に残さない洗浄方法とその為の装置を提供すること。

【解決手段】 洗浄室内において基板を保持するための基板保持部材と、該基板を回転させる回転手段と、該基板上に洗浄液を滴下する為のノズルと、を有する基板の洗浄装置において、該基板保持部材の該基板の側面と接触部分に吸引口が設けられていることを特徴とする。回転する基板上に洗浄液を供給して該基板を洗浄する洗浄方法において、該基板を保持する部分から吸引を行しながら該基板を回転させるとともに該洗浄液を供給することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 洗浄室内において基板を保持するための基板保持部材と、該基板を回転させる回転手段と、該基板上に洗浄液を供給する為のノズルと、を有する基板の洗浄装置において、該基板保持部材の該基板の側面と接触部分近傍に吸引口が設けられていることを特徴とする洗浄装置。

【請求項2】 回転する基板上に洗浄液を供給して該基板を洗浄する洗浄方法において、該基板を保持する部分から吸引を行いながら該基板を回転させるとともに該洗浄液を供給することを特徴とする洗浄方法。

【請求項3】 該洗浄液として、純水及びイソプロピルアルコールを用い、該洗浄後窒素ガスを該基板に吹き付けることを特徴とする請求項2記載の洗浄方法。

【請求項4】 該洗浄液として、フッ化水素と過酸化水素と界面活性剤とを用いることを特徴とする請求項2記載の洗浄方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロプロセッサー、フラッシュメモリー、DRAM、CCD等の半導体デバイスやLCD等の液晶デバイスを作製する工程において、デバイス作製用の基板（ウエハ）を洗浄する為の洗浄装置及び洗浄方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、洗浄装置としては、特開平7-58076号公報に記載されたものが知られている。図5に、特開平7-58076号公報に記載されているウエハ洗浄装置を示す。

【0003】図5において、1は洗浄槽であり、本体10と密閉用フード9とに分割できる構成となっている。2は種々の薬液供給装置（不図示）と接続された複数の薬液ノズル、3は基板（Siウエハ）、4は基板保持部材（ウエハチャック）、5は排気・排液口、6はN<sub>2</sub>ガス導入口、7は回転モータ、8は移動しながらウエハ裏面を洗浄するノズル、11は水素活性種をウエハに吹き付けるための活性ガス導入管、12は、加熱手段13を設けた水素活性種生成手段、14はArガスとH<sub>2</sub>ガスの混合器、15は混合ガス配管、16、17はそれぞれArガス配管、H<sub>2</sub>ガス配管であり、マスフローコントローラを介してArガス供給装置、H<sub>2</sub>ガス供給装置（不図示）と接続されている。

【0004】なお、水素活性種生成手段12としては、内面を電解研磨した円筒のステンレス（SUS316）容器の内部に10μm径のNiワイヤーを丸めて束ねて挿入したものを用い、ヒータ13で350°Cに加熱する。また、活性ガス導入管には内面を電解研磨したステンレス管（SUS316）を用いる。また、混合ガスの混合比は、Ar90%、H<sub>2</sub>10%とした。

【0005】図5のウエハ洗浄装置を用いた洗浄方法について述べる。

【0006】N<sub>2</sub>導入口6からN<sub>2</sub>ガスを導入しておき、ウエハ3をチャック4にセットして密閉用フードを閉める。1500rpmでウエハ3を回転させながら、薬液ノズル2の個々のノズルを介してウエハ3の表面に超純水、オゾン添加超純水（有機物除去・酸化膜形成）、フッ化水素酸+過酸化水素（自然酸化膜・金属除去）、フッ化水素酸+過酸化水素（自然酸化膜・金属除去）、超純水を順次滴下して洗浄を行う。続いて、混合ガス配管15から水素活性種を含む混合ガスをウエハ3に吹き付けながら、ウエハ3を1500rpmで回転させて乾燥する。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の装置を用いて洗浄を行っても0.25μm程の微細加工が必要な半導体集積回路の洗浄としては充分とは言えない点もあった。

【0008】本発明者らの実験に基づく知見によれば、ウエハを保持するウエハチャックの構成を改善すべきことが判明したのである。

【0009】図6は洗浄時のウエハの保持の様子を示している。

【0010】まず、Aのようにチャック4を開いてウエハ3を所定の位置に配した後、Bのようにチャック4を閉じてウエハ3を固定する。

【0011】こうしてウエハ3をチャックと共に回転させると洗浄液はウエハの中心から外周にむけて流れで移動するのであるが、その一部がウエハ3の端部とチャック4との接触部4Aに当たってウエハ3の表面上に逆流し、端部近傍に残留することがある。

【0012】こうした残留物は、その後の半導体デバイスの作製工程において、ピンホールや膜はがれの原因となりデバイス作製の歩留まりを低下させる。

【0013】こうした点は1.0~5.0μm程の加工精度では問題にならなかったが、上述したとおり、サブミクロンオーダー特に0.35μm以下の加工精度が必要な作製工程においては、歩留りに大きな影響を与える。

【0014】又、12インチウエハのような10インチ以上の直径を有する大口径半導体基板や対角12インチ以上のガラス基板のような大面積基板においては特に問題となる。

【0015】本発明は上述した課題を解決し、クオーターミクロンオーダーの微細加工が必要な半導体デバイスの作製工程に適した洗浄方法とその為の装置を提供することを目的とする。

【0016】本発明の別の目的は、基板であるウエハと基板保持部材であるチャックとの接触部による洗浄液の

はね返りや逆流により汚染物等の異物をウエハ表面上に残さない洗浄方法とその為の装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の洗浄装置は、洗浄室内において基板を保持するための基板保持部材と、該基板を回転させる回転手段と、該基板上に洗浄液を滴下する為のノズルと、を有する基板の洗浄装置において、該基板保持部材の該基板の側面と接触部分に吸引口が設けられていることを特徴とする。

【0018】本発明の洗浄方法は、回転する基板上に洗浄液を供給して該基板を洗浄する洗浄方法において、該基板を保持する部分から吸引を行いながら該基板を回転させるとともに該洗浄液を供給することを特徴とする。

【0019】

【作用】本発明によれば、基板保持部材の基板側面と接触する部分に吸引口を設けたことにより、従来は、基板側面と基板保持部材との接触部によって生じていたはね返りを生じることがなくなり、流れてきた物質を吸引除去することができ、洗浄後においても基板端近傍に異物が付着し残留することがない。これにより、成膜、フォトリソグラフィー、エッティングといった装置内に異物をもち込む確率が低くなり、半導体デバイスの作製歩留りを向上させられる。

【0020】従って、直徑10インチ以上の大口径ウエハや対角12インチ以上のガラス基板の洗浄が良好に行える。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は本発明の好適な実施の形態例を示している。

【0022】1は洗浄槽であり、本体10と密閉用フード9とに分割できる構成となっている。2は種々の薬液供給装置(不図示)と接続された複数の薬液ノズル、3は基板(Siウエハ)、4は基板保持部材(ウエハチャック)、5は排気・排液口、6はN<sub>2</sub>ガス導入口、7は回転モータ、8は移動しながらウエハ裏面を洗浄するノズル、11は水素活性種をウエハに吹き付けるための活性ガス導入管、12は、加熱手段13を設けた水素活性種生成手段、14はArガスとH<sub>2</sub>ガスの混合器、15は混合ガス配管、16、17はそれぞれArガス配管、H<sub>2</sub>ガス配管であり、マスフローコントローラを介してArガス供給装置、H<sub>2</sub>ガス供給装置(不図示)と接続されている。

【0023】図5に示した例との相違点は符号E-L-Aに示すように、基板保持部材としてのチャック4自体が吸引口24を有している点である。

【0024】そして、チャック4自身は、吸引口24と吸收手段であるポンプとを連通させる為に、中空部を内部に有している。

【0025】図1に示す例では、ウエハ3を回転させな

がら吸引を行う。

【0026】このようにかかる実施の形態によれば、基板の端部を吸引することにより、端部における洗浄液のはね返りを防止しウエハ上に異物を残留させることなく、異物を洗浄により排除することができる。

【0027】本発明においては、次のように構成してもよい。本発明においては、次の工程にウエハ上の残留物をもち込まないことを目的とする事から、吸引は洗浄工程期間中終始行われる必要はない。例えば、終了直前の所定期間のみなされてもよい。

【0028】又、図1中の符号21に示すように基板であるウエハ3その他の静電気による帶電を除電する除電装置を必要に応じて設けることもできる。除電装置21としては紫外線照射除電装置や波長0.6Å～6Å程の範囲の軟X線を発生照射する除電装置がある。

【0029】後者は短時間で除電が行え、N<sub>2</sub>のような不活性ガス中の除電能力に優れ、最大照射角が110°である為本発明に好適に用いられる。除電装置は基板表面に対して斜めに光線を照射するように配置され、基板の回転(洗浄)と共に照射がなされるようになるとよい。

【0030】図2は、図1に示したチャック4及び回転装置及び吸引装置の構成を示す。

【0031】UPはウエハ3を保持するチャック4を有する部分であり、ここまでが洗浄槽内に配される。この例では、ウエハ3と当接するピンが3つ用いられているが、この数に特に制限はない。

【0032】MPは、回転装置となる部分を示しており、中空の回転軸31の外周にはギア32が設けられ不図示のモーターからの駆動力がギア33に伝達されて回転軸31を回転させる。

【0033】ここでは、回転軸31と不図示のモーターの回転軸を別にして、ギアによる駆動力伝達方式を図示して述べたが、回転軸31に磁石又は電磁石を付設して、軸31をモーターの回転軸とするダイレクトドライブ方式としてもよい。

【0034】LPは、回転軸31が回転しながら内部の中空管内を減圧にし得る減圧装置(吸引装置)を示している。

【0035】回転軸31は内部と連通する連通口34を複数有している。35はベアリング36はスペーサ、37はシール部材であり、回転軸31と、その外周にある軸受本体38の内部とを気密に封止する。こうして、内部空間SP1は外部雰囲気から遮蔽されている一方で回転軸31は回転可能になっている。

【0036】39は回転軸の上下動を規制するストップ、40は吸引ポンプに連結される吸引ノズルである。勿論、ベアリング35、スペーサ36、シール部材37、軸受本体38等の形状や部材は使用する洗浄液等に応じて周知の形状や材料の中から適宜選択される。

【0037】図3において、601は、シリコンウエハを枚葉毎に各半導体製造装置に自動搬送する窒素雰囲気のトンネルである（以後窒素トンネルと言う）。602は、搬送されるシリコンウエハである。例えば603は、反応性イオンエッティング装置であり、604は、プラズマ成膜装置である。605は、複数の処理槽と前記処理槽にシリコンウエハを搬送する手段を有したクラスター方式の半導体製造装置である。606は例えばステッパーのような露光装置であり、607はイオン打ち込み装置である。608は、図1に示した洗浄装置である。また、609、610、611、612はゴミ除去装置である。613は、シリコンウエハを各処理槽に搬送する為の手段を有した真空槽である。615、616、617は、例えばシリコンウエハを処理する為のドライ・エッティング処理槽、熱分解成膜処理槽、スパッタ成膜処理槽等の真空槽である。各槽及び窒素トンネルは、例えば真空融解したSUS316でできており、その内面は、鏡面研磨し、かつCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜で不動態化処理されており放出ガス及び水分の吸着が極めて少ない表面に成っている。さらに本処理槽に用いる高圧ガスの水分濃度は、10～100ppbである。これにより本各真空槽の及び窒素トンネルの水分濃度は、高々10ppm以下に保たれている。

【0038】本例の大きな効果は、例えばシリコンウエハを大気成分や製造作業者から窒素トンネルにより隔離し、また処理槽で付着したゴミを本発明のゴミ除去装置で除去することにより、例えば製造作業者から発塵するゴミ（例えばクリーンルームで、防塵服を着用した作業者に付着しているゴミが、作業中に防塵服の袖口や襟口から空気の噴出に伴い、ウエハに付着する）や、反応処理槽でウエハに付着したゴミを本発明のゴミ除去装置で除去して次工程の処理槽にウエハを搬送する一貫した半導体製造ラインを提供することにより得られ、従来の大きなクリーンルームのスペースを初めて不要とした。また、半導体製造工程の各々において、例えば汚染のゴミが重金属の場合（例えば、ドライエッティングの場合、反応処理槽で形成されたイオンが処理槽の金属壁をスパッタすることによる金属汚染）、本発明のゴミ除去装置を一貫したラインに組み込み、付着したゴミを除去することにより、シリコン上に形成されたMOSトランジスタのゲート破壊の防止及びトランジスタ接合部のリーク電流増加の防止等の効果が得られ、また汚染のゴミがアルカリ性イオンの場合には、トランジスタの閾値の変化等のトランジスタ特性悪化の防止等に効果がある。

【0039】また、ウエハは窒素トンネル中を搬送されるため、大気の酸素ガスと接することなく、例えば配線アルミニウムのドライエッティングにおいては、アルミニウム表面が酸化されないため、三塩化ほう素ガスによるアルミニウム表面の酸化膜除去やアルゴンイオン照射によるスパッタ除去等の工程を省くことが初めて可能と

なり、塩素ガスによるシンプルなアルミニウムのドライエッティング工程と酸化膜の影響によるアルミエッティング速度の変動の抑制を初めて可能とした。

【0040】これにより、処理槽及び搬送で生じるゴミの影響を最小限にできる半導体製造ラインが達成できた。本発明に於いて、処理中に付着したゴミを次工程処理槽に、持ち込まないことが重要であり、その目的を満足するものであれば、洗浄装置、ゴミ除去装置を前記半導体製造ラインのどの位置に設置しても良い。

【0041】水素終端化したシリコンは、微粒子汚染に対して耐性が強い。つまり、微粒子の付着が起こりにくくなり、半導体製造工程におけるシリコンウエハの裏面汚染からのクロスコンタミネーション、及び搬送装置からのウエハ裏面への再付着を防止できる。

【0042】その結果、微粒子による汚染の減少により、半導体生産工程において歩留まりが向上し、製品のコストダウンを可能にする。いかなる材料から成るゴミに於いても、基体表面上に付着したゴミを、基体表面上から気相で除去できる。本発明は、従来実用面で困難であったドライ処理による気相中のゴミ除去の手段を初めて提供し、このドライ化により、半導体等の製造装置および半導体等の製造ラインのゴミ除去工程の自動化、インライン化が初めて可能になり、製造歩留まりを飛躍的に高めることができる。

【0043】本発明に用いられる洗浄液としては、例えば、純水、超純水オゾン添加超純水、フッ化水素酸、過酸化水素、水酸化アンモニウム、硫酸、塩酸、イソプロピルアルコールあるいは、これらから選択される少なくとも2つの混合液が挙げられる。又、いくつかの洗浄液による洗浄工程を時系列に行ってもよい。又、必要に応じて界面活性剤を添加したり、超音波振動を付与してもよい。

【0044】好ましくは、純水とイソプロピルアルコールとを用いて洗浄した後、窒素のようなガスを吹きつけて乾燥させる方法が望ましい。

【0045】別的方法としては、オゾン添加超純水によるスピンドル洗浄、HFとH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>によるスピンドル洗浄、HN4OHとH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>によるスピンドル洗浄、HFとH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>によるスピンドル洗浄、超純水によるスピンドル洗浄をこの順で行うことも好ましい。又、より好ましくは、オゾン添加超純水によるスピンドル洗浄、HFとH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>と界面活性剤を含む水溶液によるスピンドル洗浄、オゾン添加超純水によるスピンドル洗浄、HFによるスピンドル洗浄、超純水によるスピンドル洗浄をこの順で行うことも好ましい。

【0046】

【実施例】

（実施例1）図1の装置を用いて12インチウエハの洗浄を行う実施例について述べる。

【0047】排気・排液口に接続された減圧ポンプを作動させて洗浄槽を減圧した後、ノズル6から窒素ガスを

導入するとともにノズルから水素活性種を導入した。

【0048】一方、ウエハ3を1500～3000 rpmで回転させながら液液ノズル2を介してウエハ3の表面に2～10 ppmのオゾンを添加した超純水を滴下した。そして、フッ化水素酸と過酸化水素と超純水を0.03：1：2の比で混合し、界面活性剤を微量添加した液を滴下した。続いて水酸化アンモニウムと過酸化水素水と超純水を0.05：1：5の比で混合した液を滴下した。更にフッ化水素酸と過酸化水素と超純水とを上記と同じ混合比で混合した液を滴下し、最後に超純水を滴下した。こうして、スピン洗浄を行った。

【0049】次に、水素活性種をウエハ表面に吹き付けながらウエハを1500 rpmで回転させて乾燥させた。

【0050】こうして得られたウエハの表面に酸化シリコン膜を形成し絶縁耐圧を測定したところ良好な絶縁耐圧を示した。

【0051】また、図5に示す従来装置で洗浄を行ったものとの比較を行ったところ、図4に示す通り（図4においてAMPが図5の装置を用いて洗浄した結果である）、本実施例の場合は、0.3 μm以下の粒子も含め全ての粒径について残留粒子数が減少している。

【0052】（実施例2）実施例1と同じ洗浄工程による洗浄時に軟X線を照射した。

【0053】こうして得られたウエハの表面に酸化シリコン膜を形成し絶縁耐圧を測定したところ、実施例1よりも優れた結果が得られた。

【0054】（実施例3）排気・排液口に接続された減圧ポンプを作動させ洗浄槽を減圧した後、ノズル6から窒素ガスを導入した。一方ウエハ3を1500から3000 rpmで回転させながら薬液ノズル2を介してウエハ3の表面に2～10 ppmのオゾンを添加した超純水を滴下した。引き続いて水酸化アンモニウムと過酸化水素と超純水を2：1：5の比で混合した液、フッ化水素酸と超純水を0.01：1の比で混合した液を順次滴下し、最後にイソプロピルアルコールと超純水を1：5の比で混合した液を滴下し、窒素ガスを吹き付けて液の供給を停止し乾燥した。こうして得られたウエハ表面はフッ化水素酸の残留や、乾燥時のシリコン基板からの溶出によるウォーターマーク等がなく、清浄であった。

【0055】（実施例4）洗浄槽を減圧して、ノズルから窒素ガスを導入した。

【0056】ウエハ3を1500～3000 rpmで回転させながら液液ノズル2を介してウエハ3の表面に2～10 ppmのオゾンを添加した超純水を滴下した。そして、フッ化水素酸0.5重量%と過酸化水素0.5重量%との水溶液に非イオン系の界面活性剤を50 ppm添加した液を滴下した。続いて水酸化アンモニウムと過酸化水素水と超純水を0.05：1：5の比で混合した液を滴下した。更にフッ化水素酸と過酸化水素と超純水

とを上記と同じ混合比で混合した液を滴下し、最後に超純水を滴下した。こうして、スピン洗浄を行った。

【0057】次に、水素活性種をウエハ表面に吹き付けながらウエハを1500 rpmで回転させて乾燥させた。

【0058】こうして得られたウエハの表面に酸化シリコン膜を形成し絶縁耐圧を測定したところ良好な絶縁耐圧を示した。

【0059】また、図5に示す従来装置で洗浄を行ったものとの比較を行ったところ、図4に示す通り（図4においてAMPが図5の装置を用いて洗浄した結果である）、本実施例の場合は、0.3 μm以下の粒子も含め全ての粒径について残留粒子数が減少している。

【0060】（実施例5）実施例4と同じ洗浄工程による洗浄時に軟X線を照射した。

【0061】こうして得られたウエハの表面に酸化シリコン膜を形成し絶縁耐圧を測定したところ、実施例1よりも優れた結果が得られた。

#### 【0062】

【発明の効果】本発明は上述した課題を解決し、サブミクロンオーダーの微細加工が必要な半導体デバイスの作製工程に適した洗浄方法とその為の装置を提供することを目的とする。

【0063】本発明の別の目的は、基板であるウエハと基板保持部材であるチャックとの接触部による洗浄液のはね返りや逆流により汚染物等の異物をウエハ表面上に残さない洗浄方法とその為の装置を提供することにある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態例を示す洗浄装置の概念図である。

【図2】図1に示す基板保持部材を示す図である。

【図3】洗浄装置の配置例を示すレイアウト図である。

【図4】実施例1における洗浄結果を示すグラフである。

【図5】従来例の洗浄装置を示す概念図である。

【図6】図5の基板保持部材を示す図である。

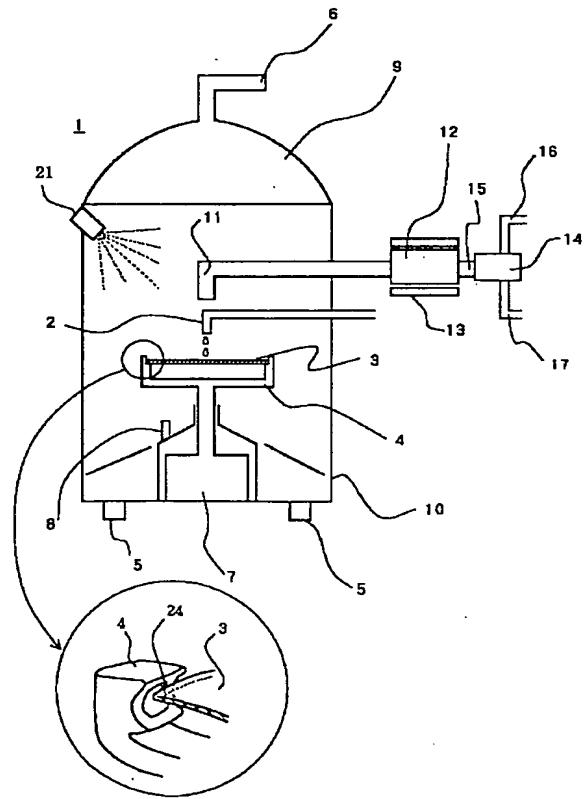
#### 【符号の説明】

- 1 洗浄槽、
- 2 薬液ノズル、
- 3 基板（S：ウエハ）、
- 4 基板保持部材（ウエハチャック）、
- 5 排気・排液口、
- 6 N<sub>2</sub>ガス導入口、
- 7 回転モータ、
- 8 ノズル、
- 9 密閉用フード、
- 10 本体、
- 11 活性ガス導入管、
- 12 水素活性種生成手段、
- 13 加熱手段、

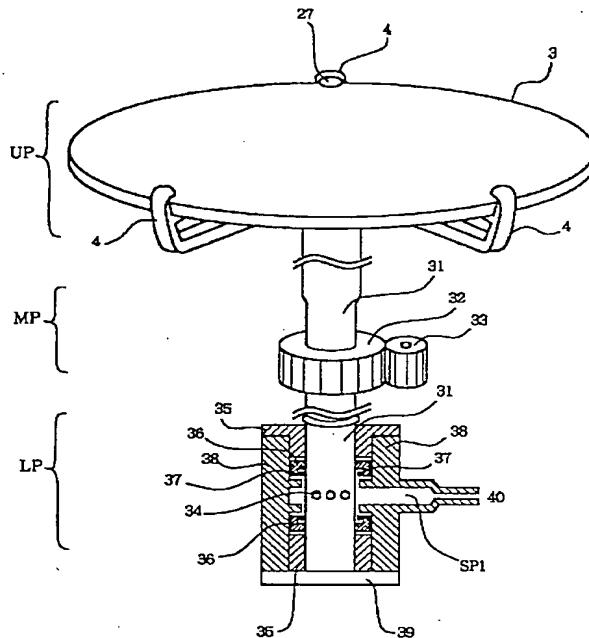
14 ArガスとH<sub>2</sub>ガスの混合器、  
 15 混合ガス配管、  
 16 Arガス配管、  
 17 H<sub>2</sub>ガス配管、  
 21 除電装置、  
 24 吸引口、  
 31 回転軸、  
 32、33 ギア、  
 34 連通口、  
 35 ベアリング  
 36 スペーサー、  
 37 シール部材、  
 38 軸受本体、

39 スッパー、  
 40 吸引ノズル、  
 601 窒素雰囲気のトンネル、  
 602 シリコンウエハ、  
 603 反応性イオンエッティング装置、  
 604 プラズマ成膜装置、  
 605 クラスター方式の半導体製造装置、  
 606 ステッパー、  
 607 イオン打ち込み装置、  
 608 洗浄装置、  
 609, 610, 611, 612 ゴミ除去装置、  
 613 真空槽、  
 615, 616, 617 真空槽。

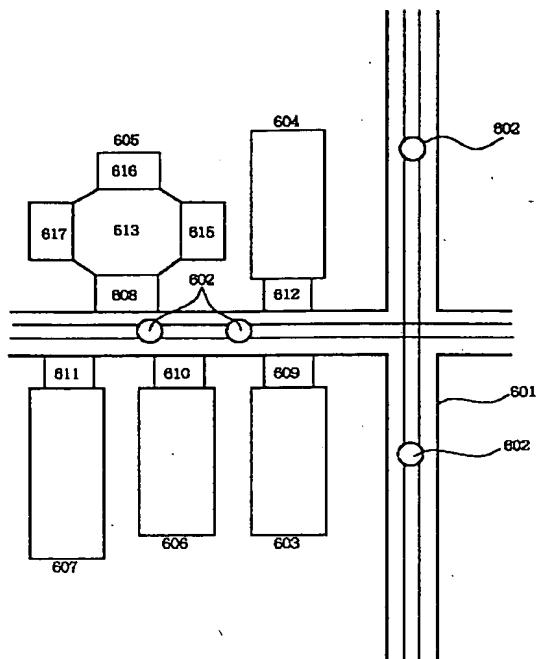
【図1】



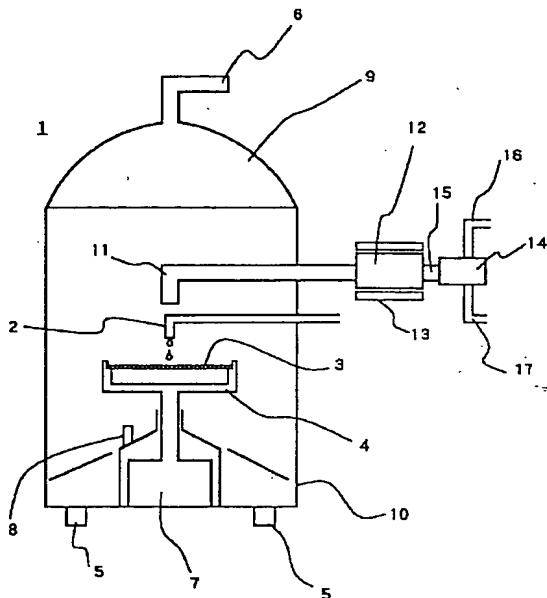
【図2】



【図3】

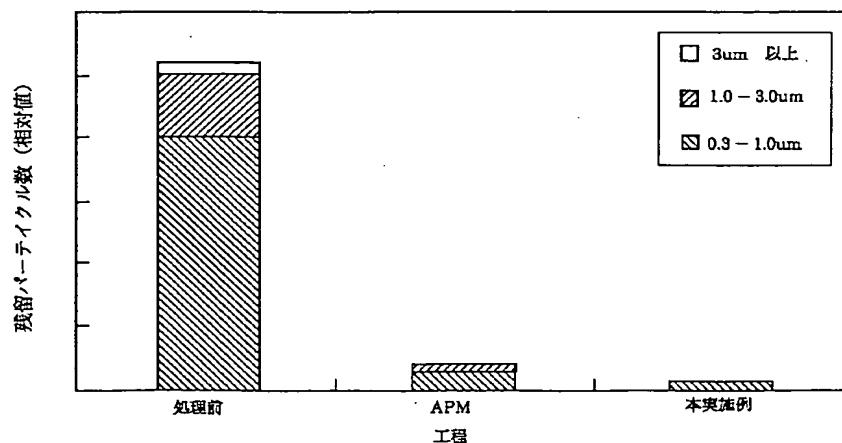


【図5】



【図4】

パーティクル除去効果（シリコンウェハ）



【図6】

